

JP2000148978

Publication Title:

METHOD AND DEVICE FOR ESTIMATING PHOTOGRAPHIC LIGHT SOURCE,
METHOD AND DEVICE FOR PROCESSING IMAGE AND RECORDING
MEDIUM

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately estimate the neutral point of a photographic light source when image data is acquired.

SOLUTION: Image data S is read from a recording medium 1 and is inputted to an image processing means 3. A color converting part 5 converts the tristimulus value of each pixel in an image represented by the image data into chromaticity values (u) and (v), and an average value calculating part 6 calculates the average values u0 and v0 of the chromaticity values. In such a case, a histogram representing an appearance frequency to the color temperature value of each pixel is generated and the chromaticity average values u0 and v0 are calculated by using only pixels in a prescribed range including the peak of the histogram. The chromaticity average values u0 and v0 are converted into tristimulus values R0, G0 and B0 in a tristimulus value converting part 7 and the tristimulus values are regarded as the neutral point of a photographic light source when photographing is performed. Tristimulus values R, G and B are converted based on the tristimulus values R0, G0 and B0 of the photographic light source in a color converting part 8, are subjected to image processing in an outputting part 10 and are reproduced as a visible image in a reproducing means 4.

Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-148978
(P2000-148978A)

(43)公開日 平成12年5月30日(2000.5.30)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 0 6 T 1/00		G 0 6 F 15/66	3 1 0 2 H 1 1 0
7/00		H 0 4 N 9/73	Z 5 B 0 5 7
H 0 4 N 9/73		G 0 3 B 15/00	M 5 C 0 6 6
// G 0 3 B 15/00		27/73	5 L 0 9 6
27/73		G 0 6 F 15/70	3 1 0
		審査請求 未請求 請求項の数21 OL (全 11 頁)	

(21)出願番号 特願平10-318765

(22)出願日 平成10年11月10日(1998.11.10)

(71)出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社
神奈川県南足柄市中沼210番地

(72)発明者 竹本 文人

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富
士写真フイルム株式会社内

(74)代理人 100073184

弁理士 柳田 征史 (外1名)

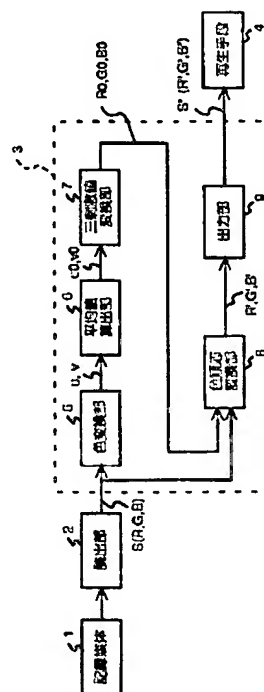
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 撮影光源推定方法および装置、画像処理方法および装置、並びに記録媒体

(57)【要約】

【課題】 画像データを取得した際の撮影光源の白色点を正確に推定する。

【解決手段】 記録媒体1より画像データSを読み出して画像処理手段3に入力する。色変換部5は画像データにより表される画像における各画素の三刺激値を色度値u, vに変換し、平均値算出部6は色度値の平均値u0, v0を求める。この際、各画素の色温度値に対するその出現頻度を表すヒストグラムを作成し、ヒストグラムのピークを含む所定範囲の画素のみを用いて色度平均値u0, v0を求める。色度平均値u0, v0は三刺激値変換部7において三刺激値R0, G0, B0に変換され、この三刺激値が撮影時の撮影光源の白色点と見なされる。三刺激値R, G, Bは色変換部8において撮影光源の三刺激値R0, G0, B0に基づいて変換され出力部10において画像処理が施されて再生手段4において可視像として再生される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像データを撮像した際の撮影光源を推定する撮影光源推定方法において、
前記画像データにより表される画像における各画素の色温度値を算出し、
前記各画素の色温度値と該色温度値の出現頻度との関係を表すヒストグラムを作成し、
該ヒストグラムにおいてピーク部分を含む所定色温度範囲を設定して該所定色温度範囲内の画素を抽出し、
該抽出された画素における色度値の平均値である色度平均値を前記撮影光源の白色点の色度値として算出することを特徴とする撮影光源推定方法。

【請求項2】 前記各画素の色度値を算出し、
該色度値のCIEデライトロカスまたは黒体軌跡からの距離の逆数に於じた、前記各画素の色温度値に対する重みを算出し、
前記色温度値の出現頻度を前記重みにより重み付けして前記ヒストグラムを作成することを特徴とする請求項1記載の撮影光源推定方法。

【請求項3】 前記ヒストグラムにピーク部分が複数存在する場合、各ピーク部分におけるピーク値と該ピーク値の半値幅とを求め、
該ピーク値と該半値幅との乗算値がもっとも大きいピーク部分を前記画素を抽出するためのピーク部分として求めることを特徴とする請求項1または2記載の撮影光源推定方法。

【請求項4】 前記所定色温度範囲が設定できない場合、前記各画素の色度値を算出し、
該色度値のCIEデライトロカスまたは黒体軌跡からの距離の逆数に於じた重み付け平均値を、前記色度平均値として算出することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の撮影光源推定方法。

【請求項5】 前記所定色温度範囲が設定できない場合、参照撮影光源の白色点を前記色度平均値として算出することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の撮影光源推定方法。

【請求項6】 請求項1から5のいずれか1項記載の撮影光源推定方法により求められた前記色度平均値に基づいて、前記画像データに対して画像処理を施して処理済み画像データを得ることを特徴とする画像処理方法。

【請求項7】 前記色度平均値をRGB三刺激値に変換し、
該RGB三刺激値を前記画像データを取得した際の撮影光源の白色と見なし、該三刺激値が参照光源の白色点の色度値と一致するように前記画像データを変換して前記処理済み画像データを得ることを特徴とする請求項6記載の画像処理方法。

【請求項8】 画像データを撮像した際の撮影光源を推定する撮影光源推定装置において、
前記画像データにより表される画像における各画素の色

温度値を算出する色温度値算出手段と、
前記各画素の色温度値と該色温度値の出現頻度との関係を表すヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段と、
該ヒストグラムにおいてピーク部分を含む所定色温度範囲を設定して該所定色温度範囲内の画素を抽出する画素抽出手段と、
該抽出された画素における色度値の平均値である色度平均値を前記撮影光源の白色点の色度値として算出する平均値算出手段とを備えたことを特徴とする撮影光源推定装置。

【請求項9】 前記ヒストグラム作成手段は、前記各画素の色度値を算出する手段と、
該色度値のCIEデライトロカスまたは黒体軌跡からの距離の逆数に於じた、前記各画素の色温度値に対する重みを算出する手段とを備え、
前記色温度値の出現頻度を前記重みにより重み付けして前記ヒストグラムを作成する手段であることを特徴とする請求項8記載の撮影光源推定装置。

【請求項10】 前記画素抽出手段は、前記ヒストグラムにピーク部分が複数存在する場合に、各ピーク部分におけるピーク値と該ピーク値の半値幅とを求める手段と、
該ピーク値と該半値幅との乗算値を求める手段とを備え、
該乗算値がもっとも大きいピーク部分を前記画素を抽出するためのピーク部分として求める手段であることを特徴とする請求項8または9記載の撮影光源推定装置。

【請求項11】 前記画素抽出手段において前記所定色温度範囲が設定できるか否かを判定する判定手段と、
前記各画素の色度値を算出する色度値算出手段とをさらに備え、
前記判定手段により前記所定色温度範囲が設定できないと判定された場合に、前記色度値算出手段により前記色度値を算出し、前記平均値算出手段において、該色度値のCIEデライトロカスまたは黒体軌跡からの距離の逆数に於じた重み付け平均値を、前記色度平均値として算出することを特徴とする請求項8から10のいずれか1項記載の撮影光源推定装置。

【請求項12】 前記画素抽出手段において前記所定色温度範囲が設定できるか否かを判定する判定手段をさらに備え、
該判定手段により前記所定色温度範囲が設定できないと判定された場合、前記平均値算出手段は、参照撮影光源の白色点を前記色度平均値として算出する手段であることを特徴とする請求項8から10のいずれか1項記載の撮影光源推定装置。

【請求項13】 請求項8から12のいずれか1項記載の撮影光源推定装置において求められた前記色度平均値に基づいて、前記画像データに対して画像処理を施して

処理済み画像データを得る処理手段を備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項14】 前記処理手段は、前記色度平均値をRGB三刺激値に変換する手段と、

該RGB三刺激値を前記画像データを取得した際の撮影光源の白色と見なし、該三刺激値が参照光源の白色点の色度値と一致するように前記画像データを変換して前記処理済み画像データを得る手段とを備えたことを特徴とする請求項13記載の画像処理装置。

【請求項15】 画像データを撮像した際の撮影光源を推定する撮影光源推定方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体において、

前記プログラムは、前記画像データにより表される画像における各画素の色温度値を算出する手順と、

前記各画素の色温度値と該色温度値の出現頻度との関係を表すヒストグラムを作成する手順と、

該ヒストグラムにおいてピーク部分を含む所定色温度範囲を設定して該所定色温度範囲内の画素を抽出する手順と、

該抽出された画素における色度値の平均値である色度平均値を前記撮影光源の白色点の色度値として算出する手順とを有することを特徴とするコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項16】 前記ヒストグラムを作成する手順は、前記各画素の色度値を算出する手順と、

該色度値のCIEデライトローカスまたは黒体軌跡からの距離の逆数に応じた、前記各画素の色温度値に対する重みを算出する手順とをさらに有し、

前記色温度値の出現頻度を前記重みにより重み付けして前記ヒストグラムを作成する手順であることを特徴とする請求項15記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項17】 前記画素を抽出する手順は、前記ヒストグラムにピーク部分が複数存在する場合、各ピーク部分におけるピーク値と該ピーク値の半値幅とを求める手順を有し、

該ピーク値と該半値幅との乗算値がもっとも大きいピーク部分を前記画素を抽出するためのピーク部分として求める手順であることを特徴とする請求項15または16記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項18】 前記画素を抽出する手順において、前記所定色温度範囲が設定できるか否かを判定する手順と、

前記所定色温度範囲が設定できないと判定された場合に、

前記各画素の色度値を算出する手順と、

該色度値のCIEデライトローカスまたは黒体軌跡からの距離の逆数に応じた重み付け平均値を、前記色度平均値として算出する手順をさらに有することを特徴とする請求項15から17のいずれか1項記載のコンピュー

タ読取り可能な記録媒体。

【請求項19】 前記画素を抽出する手順において、前記所定色温度範囲が設定できるか否かを判定する手順と、

前記所定色温度範囲が設定できないと判定された場合に、

参照撮影光源の白色点を前記色度平均値として算出する手順とをさらに有することを特徴とする請求項15から17のいずれか1項記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項20】 請求項1から5のいずれか1項記載の撮影光源推定方法により求められた前記色度平均値に基づいて、前記画像データに対して画像処理を施して処理済み画像データを得る手順を有する画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項21】 前記処理済み画像データを得る手順は、前記色度平均値をRGB三刺激値に変換する手順と、

該RGB三刺激値を前記画像データを取得した際の撮影光源の白色と見なし、該三刺激値が参照光源の白色点の色度値と一致するように前記画像データを変換して前記処理済み画像データを得る手順とを有することを特徴とする請求項20記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像データを取得した際の撮影光源を推定する方法および装置、推定された撮影光源に基づいて画像データに対して画像処理を施す方法および装置並びにこれらの方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】デジタル電子スチルカメラ（以下デジタルカメラとする）においては、撮影により取得した画像をデジタル画像データとしてデジタルカメラ内部に設けられた内部メモリやICカードなどの記録媒体に記録し、記録されたデジタル画像データに基づいて、プリントなどのハードコピーとしてあるいはディスプレイ上にソフトコピーとして撮影により取得した画像を再現することができる。このように、デジタルカメラにより取得した画像を再現する場合においては、ネガフィルムからプリントされた写真と同様の高品位な画質を有するものとするのが期待されている。

【0003】一方、デジタルカメラにより撮影を行う際には、タングステン光、蛍光灯あるいは屋外の昼光のように種々の撮影光源の下で撮影が行われるため、撮影された画像に対して撮影光源に応じたホワイトバランスを自動的に設定するようにした機能を有するデジタルカメラが提案されている。また、主要な被写体を画像の中心

位置に撮像されることから、画像を分割して中心位置の分割領域ほど重み付けを大きくしてホワイトバランスを求めるようにした手法も提案されている（画面分割を用いた自動白バランス調整システム、菊池ら、テレビジョン学会記述報告、1990.6.26, PP19~24）。

【0004】上述したようにデジタルカメラにおいて自動補正を行う場合は、例えばタングステン光の下において取得した画像については、タングステン光に対するRGBの三刺激値のバランスが等しくなるように調節するものである。一方、人間の視覚には色順応といって、昼光やそれと分光エネルギー分布の異なる蛍光灯下において白い紙を見ても、基本的には白として認識する機構が作用する。しかしながら、タングステン光の下において白い紙を見る場合には、白い紙をやや黄色味がかって知覚することもある。これは順応が完全に行われていないために起こる現象であり、不完全順応として知られている。不完全順応は光源の色味が強いときや輝度が低いときに生じやすい。したがって、人間の視覚の不完全順応や色順応をも考慮して、再現された画像が撮影時と同じような見え方となるように画像の色を変換することが望まれている。

【0005】このため、特願平9-207883号において、デジタルカメラによる撮影時の光源や明るさなどの撮影条件を画像データとともに記録媒体に記録した際に、その撮影条件を画像データとともに取り込んで撮影条件に適した画像処理を施して、オリジナルのシーンに忠実な画像をハードコピーやソフトコピーとして再現するようにした画像処理方法が提案されている。

【0006】また、画像データにより表される画像の各画素のRGBの色を色度値に変換し、この色度値の平均値である色度平均値を算出し、この色度平均値をRGBの三刺激値に変換し、この三刺激値を人間がその場でものを見た際に知覚する白色、すなわち画像データを撮像した際の撮影光源の白色と見なし、この三刺激値が参照撮影光源の白色点と一致するように、画像データを変換するようにした画像処理方法が提案されている（特願平10-253818号）。この方法によれば、画像データにより表される白色は参照撮影光源において取得した場合と同様の白色に変換されることとなり、その画像データを取得した際の画像の見え方の印象に忠実な画像を再現することができる。また、この方法において、色度平均値をCIEデライトローカスまたは黒体軌跡からの距離の逆数に応じた重み付け平均値として求めることもできる。ここで、色度図上CIEのデライトローカスまたは黒体軌跡においては、これらから離れた位置にある色度値ほど、光源の色ではなく赤い服、青空などの物体色と見なすことができる。したがって、色度平均値をデライトローカスまたは黒体軌跡からの距離の逆数に応じた重み付け平均値として求めることにより、RGBの三刺激値は撮影時の光源の白色をより正確に表すこ

ととなり、求められた色度平均値に基づいて三刺激値を求めることにより、より精度の高い画像処理を行うことができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、CIEデライトローカスまたは黒体軌跡近傍の領域にも、撮影光源色を反映したグレー被写体の画素以外に被写体そのものの色を反映した画素が存在する場合がある。このような被写体そのものの色を反映した画素を含んだ状態において、上記特願平10-253818号に記載されたように、CIEデライトローカスまたは黒体軌跡からの距離の逆数に応じた重み付けをして色度平均値を求めると、デライトローカスあるいは黒体軌跡の近傍に存在する被写体そのものの色を反映した画素の存在により、撮影光源の白色点を正確に求めることができなくなってしまうおそれがある。

【0008】本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、撮影光源の白色点を正確に推定することができる撮影光源推定方法および装置、推定された撮影光源に基づいて画像データに対して画像処理を施す画像処理方法および装置、並びにこれらの方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】タングステン下の室内において外光が入る窓際などの特殊なシーンを除いて、通常は画像データを取得した際の撮影光源は1種類であると考えてよい。したがって、撮影光源の色度値は図6に示すようにデライトローカスあるいは黒体軌跡上の特定部分に楕円形状に分布し、また色温度方向に見ると特定の色温度を中心として正規分布するものである。また、この正規分布する部分から離れた色度値を有する画素ほど被写体の色を反映したものとなる。本発明はこの点に着目してなされたものである。

【0010】すなわち、本発明による撮影光源推定方法は、画像データを撮像した際の撮影光源を推定する撮影光源推定方法において、前記画像データにより表される画像における各画素の色温度値を算出し、前記各画素の色温度値と該色温度値の出現頻度との関係を表すヒストグラムを作成し、該ヒストグラムにおいてピーク部分を含む所定色温度範囲を設定して該所定色温度範囲内の画素を抽出し、該抽出された画素における色度値の平均値である色度平均値を前記撮影光源の白色点の色度値として算出することを特徴とするものである。

【0011】なお、本発明による撮影光源推定方法においては、前記各画素の色度値を算出し、該色度値のCIEデライトローカスまたは黒体軌跡からの距離の逆数に応じた、前記各画素の色温度値に対する重みを算出し、前記色温度値の出現頻度を前記重みにより重み付けして前記ヒストグラムを作成することが好ましい。

【0012】ここで、「CIEのデライトローカス」とは、CIE色度図上において昼光色を示した軌跡であり、「黒体軌跡」とは、黒体の絶対温度とそのときの色度との関係を表したものである。なお、これらはともに汎用されているものである。

【0013】また、「距離の逆数に応じた重み付け」とは、その画素の色度値がデライトローカスあるいは黒体軌跡から離れているほど重み付けを小さくすることをいう。

【0014】さらに、前記ヒストグラムにピーク部分が複数存在する場合、各ピーク部分におけるピーク値と該ピーク値の半値幅とを求め、該ピーク値と該半値幅との乗算値がもっとも大きいピーク部分を前記画素を抽出するためのピーク部分として求めることが好ましい。

【0015】また、前記所定色温度範囲が設定できない場合には、前記各画素の色度値を算出し、該色度値のCIEデライトローカスまたは黒体軌跡からの距離の逆数に応じた重み付け平均値を、前記色度平均値として算出することが好ましい。

【0016】さらに、前記所定色温度範囲が設定できない場合には、参照撮影光源の白色点を前記色度平均値として算出することが好ましい。

【0017】ここで、「参照撮影光源」とは、画像データを取得する際の撮影光源とは異なり、画像データを取得する際に参照とすべき撮影光源のことをいう。具体的には、一般的なカメラにおいては、参照撮影光源としてD50～D60の昼光が用いられている。

【0018】本発明による画像処理方法は、本発明による撮影光源推定方法により求められた前記色度平均値に基づいて、前記画像データに対して画像処理を施して処理済み画像データを得ることを特徴とするものである。

【0019】なお、本発明による画像処理方法においては、前記色度平均値をRGB三刺激値に変換し、該RGB三刺激値を前記画像データを取得した際の撮影光源の白色と見なし、該三刺激値が参照光源の白色点の色度値と一致するように前記画像データを変換して前記処理済み画像データを得ることが好ましい。

【0020】本発明による撮影光源推定装置は、画像データを撮像した際の撮影光源を推定する撮影光源推定装置において、前記画像データにより表される画像における各画素の色温度値を算出する色温度値算出手段と、前記各画素の色温度値と該色温度値の出現頻度との関係を表すヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段と、該ヒストグラムにおいてピーク部分を含む所定色温度範囲を設定して該所定色温度範囲内の画素を抽出する画素抽出手段と、該抽出された画素における色度値の平均値である色度平均値を前記撮影光源の白色点の色度値として算出する平均値算出手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0021】なお、本発明による撮影光源推定装置にお

いては、前記ヒストグラム作成手段は、前記各画素の色度値を算出する手段と、該色度値のCIEデライトローカスまたは黒体軌跡からの距離の逆数に応じた、前記各画素の色温度値に対する重みを算出する手段とを備え、前記色温度値の出現頻度を前記重みにより重み付けして前記ヒストグラムを作成する手段であることが好ましい。

【0022】また、前記画素抽出手段は、前記ヒストグラムにピーク部分が複数存在する場合に、各ピーク部分におけるピーク値と該ピーク値の半値幅とを求める手段と、該ピーク値と該半値幅との乗算値を求める手段とを備え、該乗算値がもっとも大きいピーク部分を前記画素を抽出するためのピーク部分として求める手段であることが好ましい。

【0023】さらに、前記画素抽出手段において前記所定色温度範囲が設定できるか否かを判定する判定手段と、前記各画素の色度値を算出する色度値算出手段とをさらに備え、前記判定手段により前記所定色温度範囲が設定できないと判定された場合に、前記色度値算出手段により前記色度値を算出し、前記平均値算出手段において、該色度値のCIEデライトローカスまたは黒体軌跡からの距離の逆数に応じた重み付け平均値を、前記色度平均値として算出することが好ましい。

【0024】また、前記画素抽出手段において前記所定色温度範囲が設定できるか否かを判定する判定手段をさらに備え、該判定手段により前記所定色温度範囲が設定できないと判定された場合、前記平均値算出手段は、参照撮影光源の白色点を前記色度平均値として算出する手段であることが好ましい。

【0025】本発明による画像処理装置は、本発明による撮影光源推定装置において求められた前記色度平均値に基づいて、前記画像データに対して画像処理を施して処理済み画像データを得る処理手段を備えたことを特徴とするものである。

【0026】また、本発明による画像処理装置においては、前記処理手段は、前記色度平均値をRGB三刺激値に変換する手段と、該RGB三刺激値を前記画像データを取得した際の撮影光源の白色と見なし、該三刺激値が参照光源の白色点の色度値と一致するように前記画像データを変換して前記処理済み画像データを得る手段とを備えることが好ましい。

【0027】なお、本発明による撮影光源推定方法および画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして、コンピュータ読取り可能な記録媒体に記録して提供してもよい。

【0028】

【発明の効果】本発明によれば、各画素の色温度値と色温度値の出現頻度との関係を表すヒストグラムが作成され、このヒストグラムにおいてピーク部分を含む所定色温度範囲内の画素を抽出し、抽出された画素における色

度平均値を撮影光源の白色点の色度値として算出するようにしたものである。ここで、上述したように撮影光源の色度値はデライトローカスあるいは黒体軌跡上の特定部分に楕円形状に分布し、色温度方向に見ると特定の色温度を中心として正規分布するものである。また、ヒストグラムにおいては撮影光源の色温度を反映した画素の出現頻度が最も大きくなるものである。したがって、ヒストグラムのピーク部分を含む所定色温度範囲内の画素の分布は、被写体の色を反映した画素が除外されたものとなり、撮影光源の色度値の分布と略一致し、画像データを取得したときの撮影光源色を最も正確に表すものとなる。したがって、このピーク部分を含む所定色温度範囲内の画素の色度平均値を求めることにより、画像データを取得した際の撮影光源の白色点の色度値を正確に求めることができる。

【0029】また、色度図上CIEのデライトローカスまたは黒体軌跡においては、これらから離れた位置にある色度値ほど、光源の色ではなく赤い服、青空などの物体色と見なすことができる。したがって、各画素の色温度値のデライトローカスまたは黒体軌跡からの距離の逆数に応じた重みを算出し、色温度値の出現頻度を重みにより重み付けしてヒストグラムを作成することにより、ヒストグラムのピーク部分は、被写体の色を反映した画素の影響が除外されて撮影時の光源の白色をより正確に表すこととなる。したがって、このように求められたヒストグラムから色度平均値を求めることにより、より正確に撮影光源の白色点の色度値を求めることができる。

【0030】さらに、ヒストグラムにピーク部分が複数存在する場合において、各ピーク部分における半値幅とピークの値とを乗算した乗算値を求め、この乗算値が最も大きいピーク部分を画素を抽出するためのピーク部分として求めることにより、画像データにおいて最も出現頻度が高くなる撮影光源の色度値をより反映させることができ、これにより、一層正確に撮影光源の白色点を求めることができる。

【0031】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図1は本発明の本実施形態による画像処理方法および装置を適用した画像処理システムの構成を示す概略図である。図1に示すように、本実施形態による画像処理方法および装置を適用した画像処理

システムは、デジタルカメラにより取得した画像データSあるいはフィルムに記録された画像をスキャナなどにより読み取ることにより得られた画像データSが記憶された光ディスクなどの記録媒体1から画像データSを読み出す読出部2と、読出部2において読み出された画像データSに対して後述するように画像処理を施す画像処理手段3と、画像処理手段3において画像処理が施された画像データS'をプリントなどのハードコピーあるいはCRTモニタなどにソフトコピーとして再現するための再生手段4とからなる。

【0032】記録媒体1には、デジタルカメラにおいてメモリに記憶された画像データSが、カードリーダーやケーブルを介して複写されて記憶される、あるいはフィルムに記録された画像をスキャナなどにより読み取ることにより得られた画像データSが直接記憶されるものである。

【0033】画像処理手段3は、画像データSを画像として再現した際の各画素の三刺激値R, G, BをCIE 1976色度値u, vに変換する色変換部5と、色変換部5において求められた色度値u, vの平均値である色度平均値u0, v0を算出する平均値算出部6と、平均値算出部6において算出された色度平均値u0, v0を三刺激値R0, G0, B0に変換する三刺激値変換部7と、画像データSの三刺激値R, G, Bを三刺激値変換部7において求められた三刺激値R0, G0, B0に基づいて色順応変換する色順応変換部8と、色順応変換された三刺激値R', G', B'に対して階調変換などの画像処理を施す出力部9とからなる。

【0034】次いで、第1の実施形態の動作について説明する。

【0035】まず、読出部2により記録媒体1から画像データSを読み出し、画像処理手段3に入力する。画像処理手段3においてはまず色変換部5において、画像データSを画像として再現した際の各画素の三刺激値R, G, Bを下記の式(1)によりCIE 1931XYZ三刺激値に変換し、さらに式(2)によりCIE 1976 u v色度値に変換する。ここで、色度値とは、色の三属性である色相、彩度、明度のうち、図5に示すように色相および彩度について表した図におけるu, vの値、すなわち明度方向を射影した値をいう。

【0036】

$$\begin{matrix} X & R \\ Y & = |A| \cdot G \\ Z & B \end{matrix} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} u &= 4X / (X + 15Y + 3Z) \\ v &= 9Y / (X + 15Y + 3Z) \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、マトリクス|A|は、三刺激値R, G, Bを三刺激値X, Y, Zに変換するためのマトリクスであり、

$$0.4124 \quad 0.3576 \quad 0.1805$$

例えば以下のような値を用いることができる。

【0037】

$$|A| = \begin{pmatrix} 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{pmatrix} \quad (3)$$

なお、マトリクス|A|に代えて、ルックアップテーブルにより三刺激値X, Y, Zを求めるようにしてもよい。

【0038】また、デジタルカメラから得られる信号

$$\begin{aligned} r &= 255 \times 4.500R \\ r &= 255 \times (1.099R^{0.45} - 0.099) \end{aligned}$$

ここで、Rはカメラにより撮像された三刺激値であり、正規化された信号 ($0 \leq R \leq 1$) となっている。G, Bも同様にg, bにエンコードされている。このような場合は、上記式(4)をRについて解いて、正規化された三刺激値R, G, Bに変換してから色変換を施すことが好ましい。

【0040】平均値算出部6は、上記式(2)により求められた色度値u, vから撮影光源の白色点の色度値u0, v0を求める。撮影光源の白色点の色度値は一般的に図2に示すようなCIEのデライトロカスあるいは黒体軌跡上にあるものであり、CIE1960uv空間においては等色温度線はこのデライトロカス(あるいは黒体軌跡。以下デライトロカスで代表させ

$$\begin{aligned} &u \geq 0.2153 \text{ のとき} \\ &ug = (0.6895 \times v + u - 0.6895 \times 0.3478) / (0.6895 \times 0.6895 + 1.0) \\ &vg = (0.6895 \times 0.6895 \times v + 0.6895 \times u + 0.3478) / (0.6895 \times 0.6895 + 1.0) \\ &u < 0.2153 \text{ のとき} \\ &ug = (1.6673 \times v + u - 1.6673 \times 0.1372) / (1.6673 \times 1.6673 + 1.0) \\ &vg = (1.6673 \times 1.6673 \times v + 1.6673 \times u + 0.1372) / (1.6673 \times 1.6673 + 1.0) \end{aligned} \quad (5)$$

なお、色度値とugとは略比例関係にあり、本実施形態においては便宜上各画素の色温度値をugの値とする。また、各画素の色温度値TをMcCamyの提案した下記の式

$$T = -437n^3 + 3601n^2 - 6861n + 5514.31$$

$$\text{但し、} n = (x - 0.3320) / (y - 0.1858)$$

$$x = 9.0 \times u \quad (6.0 \times u - 16.0 \times v + 12.0)$$

$$y = 4.0 \times v \quad (6.0 \times u - 16.0 \times v + 12.0) \quad (6)$$

ここで、撮影光源の白色点の色度値は上述したようにデライトロカス近傍に分布するものであり、物体色はこのデライトロカスから離れた点にあると考えられる。このため、ある画素の色度値に対してその色度値からデライトロカスまでの距離を考え、この距離の逆

$$\begin{aligned} &u \geq 0.2153 \text{ のとき} \\ &d = abs(v - 0.6895 \times u - 0.3478) / 1.2147 \\ &u < 0.2153 \text{ のとき} \\ &d = abs(v - 1.6673 \times u - 0.1372) / 1.9442 \end{aligned} \quad (7)$$

$$w = 1.0 - k' \times d \quad (8)$$

次に、各画素の色温度値ugの出現頻度を重みwにより重み付けして累積して図4に示すような色温度値のヒストグラムを作成する。なお、図4に示すヒストグラムは移動平均により平滑化されている。そして、このようにして求められたヒストグラムのピークPを求め、そのピ

r, g, bは、ITU-R BT. 709 (REC. 709) に準拠した形で、例えば下記の式(4)に示すように0.45乗してエンコードされて表される。

$$\begin{aligned} &【0039】 \\ &(0 \leq R < 0.018) \\ &(0.018 \leq R \leq 1) \end{aligned} \quad (4)$$

る)と直交する。本実施形態で用いているCIE1976uv空間はCIE1960uv色空間のv方向を1.5倍して表現しているが、概略デライトロカスと等色温度線は直交していると考えてよい。したがって、色度値uと、色度値u, vからデライトロカス上に下した垂線とデライトロカスとの交点とは同一色温度を表している。ここで、デライトロカスが近似的に直線により表されとした場合、図3に示すように色度値(u, v)からデライトロカスに垂線を下した際の、垂線とデライトロカスとの交点G(ug, vg)は下記の式(5)により求めることができる。

【0041】

(6)を用いて求めてもよい。

【0042】

数を各画素に対する重みwとして求める。具体的にはある画素からデライトロカスまでの距離dおよび重みwは下記の式(7)、(8)により求めることができる。

【0043】

ークPの半値幅drを求める。さらに、下記の式(9)により半値幅drに対して所定値α(例えばα=dr)を加算して画素の抽出範囲dwを求める。

【0044】

$$dw = dr + \alpha$$

なお、ヒストグラムにおいてピークが複数存在する場合は、(ピークの値×半値幅 dr の値)が最も大きいピークを選択して画素の抽出範囲 dw を求める。また、ピーク P が存在するか否かの判断は、(ピークの値×半値幅 dr の値)が所定の閾値より大きいかなかを判定することにより行う。

【0045】ここで、タングステン下の室内において外光が入る窓際等の特殊なシーンを除いて通常は撮影光源は1種類であると考えてよいものである。したがって、撮影光源の色度値は図6に示すようにデライトローカス上の特定部分に楕円形状に分布し、色温度方向に見ると特定の色温度を中心として正規分布するものである。

$$u0 = (\sum u' \cdot w) / (\sum w)$$

$$v0 = (\sum v' \cdot w) / (\sum w)$$

このようにして求められた色度平均値 $u0$ 、 $v0$ は、画像データ S を取得した際の撮影光源の白色点の色度値を正確に表すものとなる。

【0048】三刺激値変換部7は、平均値算出部6にお

$$\begin{aligned} sx &= 9.0 \times u0 \quad (6.0 \times u0 - 16.0 \times v0 + 12.0) \\ sy &= 4.0 \times v0 \quad (6.0 \times u0 - 16.0 \times v0 + 12.0) \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} X0 &= sx / sy \\ Y0 &= 100.0 \end{aligned} \quad (12)$$

$$Z0 = (1.0 - sx - sy) / sy$$

$$\begin{aligned} R0 &= X0 \\ G0 &= |A|^{-1} \cdot Y0 \\ B0 &= Z0 \end{aligned} \quad (13)$$

ここで、マトリクス $|A|^{-1}$ は、上記式(3)に示すマトリクス A の逆マトリクスである。

【0050】色順応変換部8は、画像処理手段3に入力された三刺激値 R 、 G 、 B を式(14)および(15)

$$\begin{aligned} R' &= R \\ G' &= |D| \cdot G \\ B' &= B \end{aligned} \quad (14)$$

但し、

$$\begin{aligned} |D| &= \frac{(a \cdot Rn + (1-a) \cdot R0) / R0}{(a \cdot Gn + (1-a) \cdot G0) / G0} \\ &\quad \frac{(a \cdot Bn + (1-a) \cdot B0) / B0}{(a \cdot Bn + (1-a) \cdot B0) / B0} \end{aligned} \quad (15)$$

ここで、 $R0$ 、 $G0$ 、 $B0$ は式(13)により求めた色度平均値 $u0$ 、 $v0$ の三刺激値であり、これは画像データ S を取得した際の撮影光源の白色と見なすことができる。また、 Rn 、 Gn 、 Bn は画像データ S を取得する際に参照とすべき撮影光源の白色の色度であり、この値が未知のときには、D50～D60の星光に相当する白色点の色度(un 、 vn)を用いることができる。 a は順応状態を示す値であり、通常は1を用いる。なお、例えばタングステン電球下においてオリジナルシーンを見るとき、あるいは夕景のような場合には、光源の色味を

(9)

また、図4に示すヒストグラムにおいては撮影光源の色温度を反映した画素の出現頻度が最も大きくなり、この部分にピーク P が出現するものである。したがって、ヒストグラムのピーク P を含む抽出範囲 dw 内の画素の分布は、撮影光源の色度値の分布と略一致し、画像データ S を取得したときの撮影光源色を最も正確に表すものとなる。

【0046】そして、抽出範囲 dw 内に存在する画素を抽出し、抽出された画素の色度値 u' 、 v' に対して、式(10)により、上記重み w による重み付け色度平均値($u0$ 、 $v0$)を求める。

【0047】

(10)

いて算出された色度平均値 $u0$ 、 $v0$ を下記の式(11)、(12)および(13)により三刺激値 $R0$ 、 $G0$ 、 $B0$ に変換する。

【0049】

により色順応変換し、変換済み三刺激値 R' 、 G' 、 B' を得る。

【0051】

完全に補正するのではなく、光源の色味を残して再現することが好ましい場合がある。この場合、 a の値としては0と1の間で調整することが好ましい。例えば、図5に示すような色度図上において($u0$ 、 $v0$)と(un 、 vn)との距離を考慮し、 a の値を完全に1とするのではなく、下記の式(16)、(17)により($u0$ 、 $v0$)と(un 、 vn)との距離が大きいほど a の値を小さくするように変化させて、撮影時の光源の色味を残すようにすることが好ましい。

【0052】

$$\text{dist} = \sqrt{(u_0 - u_n)^2 + (v_0 - v_n)^2} \quad (16)$$

$$a = 1 - k \times \text{dist} \quad (17)$$

但し、 k ： a の値が0以上1以下となるようにするための定数

また、 a の値を (u_0, v_0) の値に依存して変更することもできる。例えば、タングステン光源のときや夕景以外のときのように完全に色補正を行いたい場合、 u_0 の値が所定の閾値（例えば0.2153）以上のときは式（16）および式（17）を用いて求めた a の値を使用し、所定の閾値未満のときには $a=1$ とすることもできる。これにより、より好ましい再生画像を得ることができる。

【0053】出力部9は、変換済み三刺激値 R' 、 G' 、 B' を行列やルックアップテーブルを用いて、再生手段4に依存する三刺激値 R'' 、 G'' 、 B'' に変換する。

【0054】このようにして得られた三刺激値 R'' 、 G'' 、 B'' （画像データ S'' ）は再生手段4に入力され、画像データ S'' により表される画像がハードコピーあるいはソフトコピーとして再現される。

【0055】このように、本実施形態においては、各画素の色温度値のヒストグラムを作成し、このヒストグラムのピーク P を含む抽出範囲 dw を撮影光源の色温度を反映した画素の範囲として設定し、この範囲 dw から画素を抽出して色度平均値 u_0 、 v_0 を求めるようにしたため、求められた色度平均値 u_0 、 v_0 は撮影光源の白色点の色度値を正確に表すものとなる。

【0056】したがって、色度平均値 u_0 、 v_0 から式（13）により求められた三刺激値 R_0 、 G_0 、 B_0 を画像データ S を得た際の撮影光源の白色点と見なし、式（16）および式（17）により三刺激値 R_0 、 G_0 、 B_0 が参照撮影光源の白色の色度 R_n 、 G_n 、 B_n と一致するように各画素の三刺激値 R 、 G 、 B を変換することにより、最終的に得られる画像データ S'' を再生することにより得られる画像を、参照撮影光源の下で撮影された場合の色の見え方の印象と略同様なものとする

$$u_0 = (\sum u') / n$$

$$v_0 = (\sum v') / n$$

但し、 n ：画素数

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態による画像処理装置を適用した画像処理システムの構成を示す概略図

【図2】デライトローカスを示す図

【図3】色度平均値からデライトローカスに垂線を下した際の交点を求める状態を説明するための図

【図4】ヒストグラムを示す図

【図5】色度図を示す図

【図6】撮影光源が1種類の場合の色度値の分布を示す図

ができる。

【0057】また、各画素の色度値 u 、 v のデライトローカスからの距離の逆数に応じた重み w を算出し、色温度値 u_g の出現頻度を重み w により重み付けしてヒストグラムを求めるようにしたため、ヒストグラムの画素抽出範囲 dw の画素は被写体そのものの色を反映した画素が限りなく除外され、撮影光源の色を反映した画素のみが含まれることとなる。したがって、このように求められたヒストグラムに基づいて色度平均値 u_0 、 v_0 を求めることにより、より正確に撮影光源の白色点を求めることができる。

【0058】なお、上記実施形態において、ヒストグラムを求めた際に、ピーク部分が存在せず画素の抽出範囲 dw を設定できない場合がある。このような場合は、全画素の色度平均値を撮影光源の白色点とすればよい。また、ヒストグラムにおいてピークが複数存在する場合は、ピーク値 \times 半値幅 dr が最も大きい値を有するピークを画素抽出のためのピーク P とすればよい。これにより、画像データ S において最も出現頻度が高くなる撮影光源の色度値をより反映させることができる。

【0059】また、上記実施形態においては、色温度値 u_g の出現頻度に対してデライトローカスまたは黒体軌跡からの距離の逆数に応じた重み w により重み付けをしてヒストグラムを求めているが、多少精度は落ちるものの、重み付けを行うことなく色温度値 u_g の出現頻度を累積することによりヒストグラムを求めるようにしてもよい。

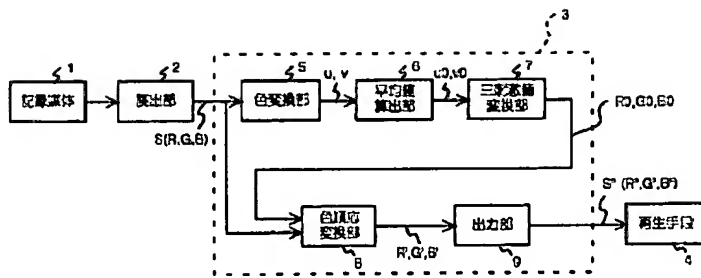
【0060】さらに、上記実施形態においては、デライトローカスまたは黒体軌跡からの距離の逆数に応じた重み w により抽出範囲 dw 内の画素の色度値を重み付けして色度平均値 u_0 、 v_0 を求めているが、重み付けを行うことなく下記の式（18）により色度平均値 u_0 、 v_0 を求めるようにしてもよい。

$$\text{【0061】} \quad (18)$$

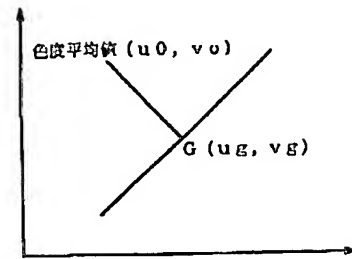
【符号の説明】

- 1 記録媒体
- 2 読出部
- 3 画像処理手段
- 4 再生手段
- 5 色変換部
- 6 平均値算出部
- 7 三刺激値変換部
- 8 色順応変換部
- 9 出力部

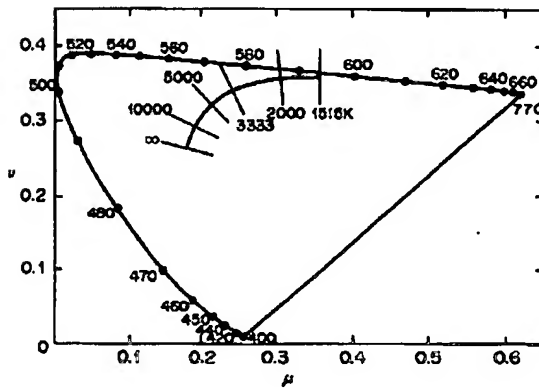
【図1】



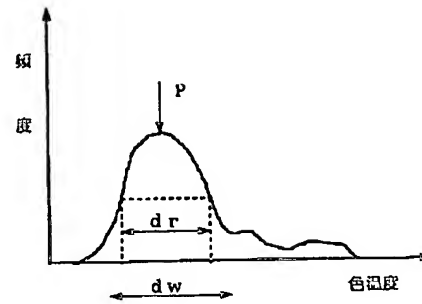
【図3】



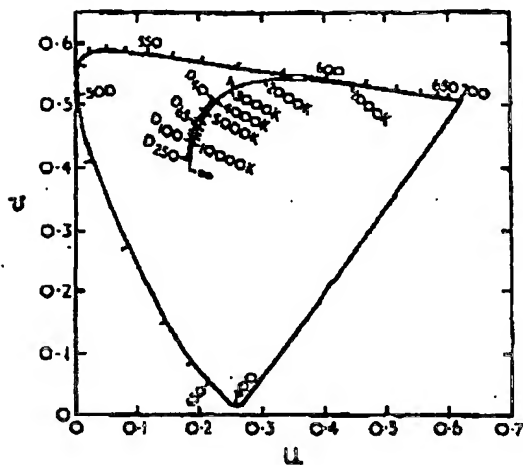
【図2】



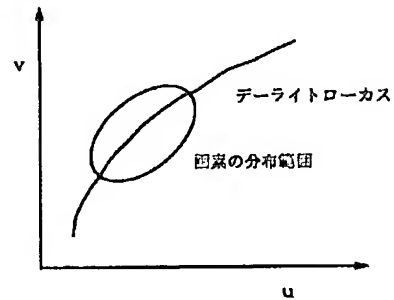
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H110 AA18 AA21 AC01 AC09
5B057 AA20 BA02 CA01 CB01 CE17
DA17 DB06 DC23 DC25 DC36
5C066 AA01 AA11 BA20 CA08 CA17
CA21 DB07 DC06 EA13 EA14
EE04 GA01 GB03 HA03 KD04
KE03 KE16 KF03 LA02
5L096 AA02 CA14 EA39 FA35 GA28
GA40 MA03